SCHEDA INSEGNAMENTO

Laboratorio di Sistemi Autonomi, Sistemi Complessi e Rischio

Corso di studi: Matematica Fisica e Ingegneria

1. Informazioni sul docente

Docente: Mario di Bernardo, Pasquale Cito

E-mail: mario.dibernardo@unina.it; p.cito@ssmeridionale.it

Pagina web: https://sites.google.com/site/dibernardogroup; https://www.ssmeridionale.it/pasquale-cito/

2. Informazioni generali

Lingua di erogazione:	Italiano
Anno di corso:	III, IV, V
Periodo di svolgimento:	2° Semestre
CFU:	6
Ore	48
È modulo di un corso	No
Insegnamenti propedeutici:	Nessuno

3. Contenuti

3.1. Competenze propedeutiche

Nessuna competenza specifica oltre a quelle acquisite nei primi due anni del corso di studi. Sono utili, ma non necessarie, conoscenze di base di programmazione. Il corso è aperto a studenti con formazione matematica, fisica e ingegneristica, e i gruppi di progetto sono composti in modo da unire competenze diverse.

3.2. Obiettivi formativi

Il corso è un laboratorio basato su progetti, svolto presso il CoRE Lab della Scuola Superiore Meridionale. Gli studenti lavorano in piccoli gruppi su un progetto scelto insieme ai docenti del corso, seguiti da docenti, ricercatori e dottorandi del programma di dottorato MERC. Il corso punta a imparare facendo, portando un'idea dalla prima formulazione a un prototipo

funzionante, fisico o virtuale, da mostrare in una giornata dimostrativa aperta alla fine del semestre.

Il corso vuole anche avvicinare gli studenti all'uso del laboratorio e alle attività di ricerca svolte alla SSM, in modo che possano proseguire il lavoro anche dopo la fine del corso, ad esempio in una tesi o in un progetto di ricerca.

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di

1. usare in autonomia e in sicurezza gli strumenti del laboratorio, dalla progettazione CAD e stampa 3D all'elettronica di base e alla programmazione di robot
2. tradurre un problema aperto in un progetto con obiettivi, specifiche e tappe verificabili
3. costruire, modellare e controllare sistemi autonomi, singoli o in gruppo, verificandone il funzionamento in simulazione e in esperimenti
4. usare strumenti di programmazione assistita da intelligenza artificiale in modo critico, verificando e documentando il codice prodotto
5. applicare metodi di analisi del rischio per pianificare l'impiego di sistemi autonomi a seguito di eventi naturali
6. lavorare in gruppo, documentare il lavoro svolto e presentarlo in modo chiaro anche a un pubblico non specialista

3.3. Programma

1. Introduzione al CoRE Lab (circa 12 ore)
   1.1. Sicurezza e regole di accesso al laboratorio
   1.2. Progettazione CAD e stampa 3D, dal modello al pezzo stampato
   1.3. Elettronica di base, microcontrollori, sensori e attuatori
   1.4. Piattaforme robotiche del laboratorio (robot mobili e droni) e ambienti di simulazione
   1.5. Strumenti di realtà mista e virtuale
   1.6. Programmazione assistita da AI, possibilità e limiti
   1.7. Una breve sfida di gruppo per prendere confidenza con gli strumenti
2. Scelta dei progetti e formazione dei gruppi (circa 4 ore). Presentazione delle proposte dei docenti, eventuali proposte degli studenti, stesura di un piano di progetto con obiettivi e tappe
3. Sviluppo dei progetti in laboratorio (circa 28 ore), organizzato in cicli di due settimane con incontri di revisione con i tutor e una revisione intermedia davanti a tutta la classe
4. Demo Day (circa 4 ore). Dimostrazione dei prototipi e presentazione dei progetti, aperta alla comunità della Scuola

I progetti possono riguardare ad esempio le aree seguenti.

- **Robot mobili e droni.** Progettazione, stampa 3D, assemblaggio e controllo di veicoli terrestri o aerei
- **Sciami di sistemi autonomi.** Coordinamento di più robot per compiti collettivi come formazioni, copertura di un'area, raccolta di oggetti o guida di altri agenti (shepherding)
- **Realtà mista e virtuale.** Visualizzazione e simulazione immersiva di scenari applicativi, gemelli digitali degli esperimenti svolti in laboratorio
- **Comportamenti collettivi e AI.** Sviluppo, con programmazione assistita da AI, di algoritmi per lo studio e il controllo di comportamenti collettivi in sistemi complessi
- **Rischio.** Sviluppo di algoritmi per la quantificazione e visualizzazione dell'impatto di eventi naturali, al fine di pianificare e guidare l'intervento di robot mobili e droni nelle aree maggiormente esposte.

3.4. Materiale didattico

- Tutorial, documentazione e materiale forniti dai docenti e dai tutor del CoRE Lab
- R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza, “Introduction to Autonomous Mobile Robots”, 2ª ed., MIT Press, 2011.
- H. Hamann, “Swarm Robotics. A Formal Approach”, Springer, 2018.
- K. J. Åström, R. M. Murray, “Feedback Systems. An Introduction for Scientists and Engineers”, 2ª ed., Princeton University Press, 2021.
- Articoli scientifici e letture indicati per ciascun progetto

4. Modalità di svolgimento

4.1. Insegnamento

- Circa 25% delle ore dedicate all’introduzione guidata al laboratorio e ai suoi strumenti.
- Circa 75% delle ore dedicate allo sviluppo dei progetti in laboratorio, in gruppi di 3-4 studenti seguiti da un tutor.
- Accesso al laboratorio anche al di fuori delle ore di lezione, secondo le regole e la disponibilità del CoRE Lab.

4.2. Valutazione

- Revisioni di avanzamento durante il corso (20%)
- Dimostrazione del prototipo e presentazione al Demo Day (40%)
- Relazione tecnica e repository del progetto con codice, file CAD e istruzioni per riprodurre il lavoro (30%)
- Colloquio individuale sul contributo personale al progetto (10%)